

ется в плоскости, перпендикулярной Д. с., наз. *неелевскими* Д. с. [Л. Неель (L. Néel, 1944); см. *Неель стенка*]. Толщина и поверхностная энергия блоховских и неелевских Д. с. различны за счёт магн. *диполь-дипольного взаимодействия*.

В общем случае Д. с. в одноосном кристалле вращения намагниченности происходит в плоскости, проходящей через ось анизотропии и пересекающей Д. с. под произвольным углом. За центр Д. с. выбирают плоскость, в к-рой вектор M_i перпендикулярен оси анизотропии. Вращение вектора намагниченности в Д. с. может происходить по или против часовой стрелки (т. е. существуют правовращающие и левовращающие Д. с.). Сочленение Д. с. с разл. направлениями вращения происходит по блоховским линиям (БЛ; см. *Блоха линия*). При переходе через БЛ по центру Д. с. направление намагниченности изменяется на противоположное (на угол $\pm\pi$). Сочленение разных БЛ происходит в блоховской точке (БТ; см. *Блоха точка*). Блоховские линии и точки определяют структуру Д. с.

Д. с., БЛ и БТ характеризуют топологически устойчивые типы распределения намагниченности в окрестности соответствующих плоскостей, линий и точек кристалла. Переход от этих неоднородных распределений к однородному требует затраты энергии, пропорциональной соответственно объёму, поверхности или линейному размеру тела. По этой причине Д. с. не могут обрываться внутри тела. Они либо рассекают образец по нек-рой поверхности, либо образуют цилиндрич. поверхность перем. сечения, выходящую торцами на поверхность образца (см., напр., *Цилиндрические магнитные домены*), либо образуют замкнутую поверхность внутри тела. В ряде ферромагн. материалов (напр., в плёнках опрдел. толщины) реализуются Д. с. смешанной блоховско-неелевской структуры (т. н. стенки с поперечными связями).

В средах с многоподрешеточной магнитной атомной структурой (см. *Подрешетки магнитные, Антиферромагнетизм*) Д. с. классифицируют не только по граничным условиям, типу распределения вектора намагниченности, но и по типам распределения векторов антиферромагнетизма.

Лит.: Хуберт А., Теория доменных стенок в упорядоченных средах, пер. с нем., М., 1977. В. Г. Барьятар.

ДОМЕННОЙ СТЕНКИ ДИНАМИКА — поступательное или колебательное движение *доменной стенки* (ДС) в магнитоупорядоченном веществе с *магнитной доменной структурой* [в ферромагнетиках (ФМ), ферромагнетиках (ФРМ) и слабых ферромагнетиках (СФМ)], возникающее под действием приложенного постоянного, импульсного либо переменного по знаку магн. поля. Часто рассматривают поле, параллельное *намагниченности* в одном из смежных *доменов*. Причиной движения ДС является нарушение равновесия магн. доменной структуры, возникающее при включении и изменении во времени внеш. магн. поля. Домены, магн. моменты в к-рых оказываются энергетически в более выгодном положении, стремятся увеличить свой объём за счёт доменов, магн. моменты в к-рых имеют менее выгодное направление в магн. поле. Смещение ДС происходит путём вращения магн. моментов в стенке. Д. с. д. определяет один из механизмов *перемещения* магнитоупорядоченных веществ, а также частотную зависимость *магнитной восприимчивости*.

Скорость поступательного движения ДС определяется балансом изменения энергии магн. моментов во внеш. магн. поле и энергии диссипации, связанной с процессами релаксации магн. моментов (спинов) в движущейся ДС, а также с вихревыми токами, индуцированными движением ДС в проводящем магнетике. Релаксация магн. моментов осуществляется посредством взаимодействия меняющих ориентацию магн. моментов между собой (магно-магнонное рассеяние) и

с колебаниями кристаллич. решётки (магно-фононное рассеяние), а также благодаря рассеянию спиновых волн на *дефектах*, примесях и др. несовершенствах структуры магн. кристалла. В отличие от релаксации однородной спиновой подсистемы, ДС имеет ещё один канал диссипации энергии, связанный с наличием дополнительных ветви спиновых волн — изгибных колебаний ДС. В результате прямых и многоступенчатых процессов спиновой релаксации при движении ДС энергия, выделяемая благодаря перемещению образца, передаётся в конечном итоге в фононную подсистему кристалла, т. е. превращается в тепло.

Первые экспериментальные исследования Д. с. д. проводились К. Сикстусом и Л. Тонксом (К. I. Sixtus, L. Tonks, 1934) в ферромагнитных проволоках из сплава Fe—Ni. Начало теоретич. исследований Д. с. д. было положено работой Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшица (1935), в к-рой проводился анализ Д. с. д. на основе ур-ний движения магн. момента с учётом релаксац. процессов. Дальнейший прогресс в изучении Д. с. д. связан с исследованиями монокристаллич. ФМ (с нач. 50-х гг. 20 в.), затем тонких металл. плёнок (с 60-х гг.) и монокристаллич. плёнок *магнитных диэлектриков* (с нач. 70-х гг.). В 80-х гг. значит. успехов достигла теория, рассматривающая Д. с. д. как динамику магн. *солитона* — целинной уединённой волны намагниченности.

Исследования Д. с. д. основываются на измерении потока магн. индукции, меняющегося при движении ДС в образце; на *Фарадея эффекте* (в прозрачных магн. материалах) или магнитоопт. *Керра эффекте* (в непрозрачных материалах). Для определения динамики параметров ДС используют частотную зависимость амплитуды колебаний ДС в перем. магн. поле. Прямое определение зависимости скорости движения изолированной ДС от величины приложенного магн. поля проводится по времени пробега ДС между двумя катушками индуктивности (метод Сикстуса и Тонкса). Применяется также магнитоопт. модификация этого метода, основанная на измерении времени пробега ДС между двумя коллимированными лучами плоскополяризованного света. Для исследования Д. с. д. используют также визуальные методы стробоскопич. наблюдения доменной структуры, а также высокоскоростную фотографию.

Сила, вызывающая движение ДС, определяется разностью плотностей энергий граничащих доменов во внеш. поле B и равна $F_B = B(M_+ - M_-)S$, где M_+ и M_- — магн. моменты в соседних доменах, S — площадь плоской ДС. Сила, действующая на единицу площади ДС (магн. давление P_B), в случае (180°-ной ДС) равна $P_B = F_B/S = 2M_S B$, где $M_S = |M_+| = |M_-|$ — намагниченность насыщения. Магн. давление стремится сместить ДС в сторону домена с большей плотностью энергии. Если не учитывать изгибов ДС, то ДС можно охарактеризовать эфф. массой и рассматривать Д. с. д. при не слишком больших скоростях как динамику материальной точки. Дифференц. ур-ние движения материальной точки применительно к ДС имеет вид:

$$m\ddot{x} = -\beta\dot{x} - kx + P_B \quad (1)$$

(ДС смещается вдоль оси x , её нач. положение равновесия при $P_B = 0$ соответствует $x = 0$). В ур-нии (1) m — масса единицы поверхности ДС [понятие «масса ДС» было введено В. Дёрингом (W. Döring, 1948)]; $-\beta\dot{x}$ — сила торможения (трения), β — параметр вязкого затухания; $-kx$ — квазиупругая сила, обусловленная изменением энергии образца при небольшом смещении ДС из нач. положения равновесия. Квазиупругая сила может быть обусловлена полями размагничивания в образце конечных размеров, наличием градиента пост. магн. поля, взаимодействием ДС с дефектами структуры магнетика, инородными включениями и др. магн. неоднородностями.